基于 CAD 图纸的 BIM 模型轴网生成方法研究

马　成[1]　陆小龙[2]　汪德江[1]

(1. 上海大学土木工程系，上海　200072； 2. 国网上海市电力公司经济技术研究院，上海　20000)

【摘　要】本文通过对 CAD 图纸文件生成的 DXF 文件进行分析，识别图纸中的轴网与编号。同时，采用 Revit 二次开发技术，根据获取的 CAD 信息，在 Revit 模型中自动生成相应的轴网与轴网编号，减少了当前人工依据 CAD 图纸搭建 BIM 模型的工作量。

【关键词】BIM；CAD；二次开发
【中图分类号】TU17　　【文献标识码】A　　【文章编号】1674 - 7461(2016)01 - 0043 - 05
【DOI】10.16670/j.cnki.cn11 - 5823/tu.2016.01.07

引言

BIM（建筑模型信息）技术由于集成了建筑的各种信息，在土木行业的设计、施工、运维等方面将具有广泛的应用前景，因此，在我国乃至世界上均得到了大幅度的推广与应用。美国已连续更新其国家 BIM 标准，当前已推出第三版，英国政府则强制要求政府采购项目必须采用 BIM 技术。国内的住建部与各省市相继发布了关于建筑业信息化的发展纲要[1-6]。目前，由于土木行业分工的限制，以及大多数设计人员都习惯于 CAD 设计，因此，国内的 BIM 模型的建设基本上在设计院出图后，由各 BIM 行业人员根据 CAD 图纸搭建 BIM 模型，其工作量非常大。如何在 CAD 图纸的基础上，快速生成 BIM 模型，是当前我们迫切需要解决的问题。

在 BIM 设计软件中，由于 Autodesk 公司 CAD 软件的广泛应用，在民用建筑方面该公司的 Revit 系列产品占据主流地位。Revit 软件提供了强大的二次开发接口，即 API（Application Programming Interface），为加强 Revit 的功能在程序编制技术上提供了可能。

本文通过读取 CAD 生成的 DXF 文件，识别图纸中的轴网与轴号，并在 Revit 中采用二次开发技术，根据 CAD 图纸中的信息，自动生成 BIM 模型的轴网与轴号，为实现快速建模提供了基础，减少了 BIM 模型搭建的人工成本[6-7]。

1　开发工具及图纸标准

1.1　开发工具

本文采用 Visual Studio 2010 作为编程工具，编程语言为 C#，Revit 软件版本为 2014。Revit 的二次开发使用 Revit SDK，其提供了大量的 Revit 接口。在开发过程中，由于二次开发读取的信息为 Revit 内部的信息，而不是 Revit 界面上的信息，此时，需要配合使用 Revit 提供的 Revit Lookup 插件，可以查看各种族实例的所有属性，如图 1。

Field	Value
--- Element ---	
Name	2
ID	154915
Unique ID	484f3d2f-1bdf-4deb-8a17-90271595bdba-00025d23
Category	< Category >
Object type	< GridType 6.5mm 编号 390 >
Element Id	< ElementId >
Document	< Document >
Location	< Location >
Materials	< List`1 >
Parameters	< ParameterSet >
Parameters map	< ParameterMap >
Design option	< null >
Group Id	< null >
Created phase	< null >
Demolished phase	< null >
Similar object types	< ElementSet >
Pinned	False
Geometry	<Geometry.Element>
--- Grid ---	
Is curved	False
Curve	< Line >
Grid type	< GridType 6.5mm 编号 390 >

图 1　Revit Lookup 示例

【作者简介】　马成（1991 - ），男，在读硕士。主要研究方向：BIM 二次开发。

1.2 CAD 图纸标准

为了方便识别 CAD 图纸中的轴线与轴网编号信息,并最终实现 Revit 中生成的轴线与 CAD 当中的轴线保持长短、间距以及坐标的一致,因此 CAD 图纸需预先按设定的标准进行修改,将所有轴线放置在一个图层上。

2 DXF 文件

2.1 DXF 文件结构

本文采用读取 CAD 导出的 DXF 文件的方式读取 CAD 图纸的内容。DXF 文件是由成对的整数代码和与代码关联的值组成的,CAD 将代码称为组码,代码关联的值称为组值,每个组码和组值都各占一行。完整的 DXF 文件由 6 个部分组成,分别是标题部分(HEADER)、类部分(CLASSES)、表部分(TABLES)、块部分(BLOCKS)、实体部分(ENTITIES)和对象部分(OBJECTS)。每个部分均由 SECTION 开始 ENDSEC 结束。其组成以及部分组码意义如下表。本文着重实体部(ENTITIES),该段包含各种实体,以及任何块的调用[8-11]。

表 1 dxf 文件结构

名称	标记	解释
起始段	0 SECTION	表示一个段的开始,在每一个段开始位置都需要有
标题段	2 HEADER	包含一些通用的信息,比如系统变量,参数变量
类别段	2 CLASSED	包含应用和定义的类
表段	2 TABLES	包含块、标注、坐标、视窗配置、层的风格以及文字字体等的符号表
块段	2 BLOCKS	包含块的名称、比例等信息
实体段	2 ENTITIES	包含各种实体如线、圆、弧等的位置、粗细、颜色等的信息
对象段	2 OBJECTS	包含对象的定义以及与其相关的一些信息
终止标记	0 ENDSEC	一个段的结束
结束标记	0 EOF	整个文件的结束

2.2 DXF 文件读取

由前面介绍可知 DXF 文件由组码和组值构成,图 2 是直线在 DXF 文档中的片段。组码 8 和组值 0 表示直线所在图层为 0。10、20、30 和 11、21、31 分别表示其起点和终点坐标。由图 2 可知组码和组值成对出现,因此需要编程识别 DXF 文件,将组码和组值分别赋值于两个字符串变量,流程如图 3。

表 2 部分组值意义

组代码	意义	组代码	意义
1	文件名、属性等	40 - 48	宽度、高度、半径、比例等
6	线型名	50 - 58	角度值
7	字型名	62	颜色号
8	图层名	71、72	分别为定义文本式样、对称方式、文本对齐方式
9	标题变量名	210	X 方向分量
10、20、30	起始坐标	220	Y 方向分量
11、21、31	终止坐标	230	Z 方向分量

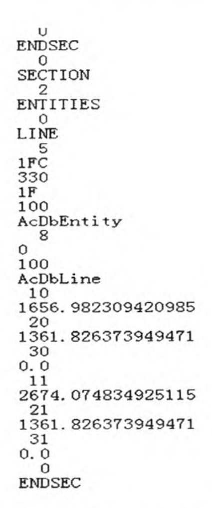

```
0
ENDSEC
0
SECTION
2
ENTITIES
0
LINE
5
1FC
330
1F
100
AcDbEntity
8
0
100
AcDbLine
10
1656.982309420985
20
1361.826373949471
30
0.0
11
2674.074834925115
21
1361.826373949471
31
0.0
0
ENDSEC
```

图 2 DXF 文件示例

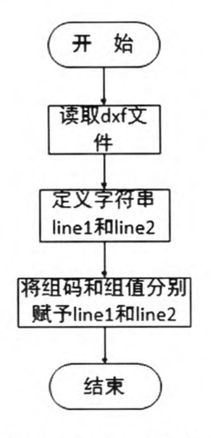


图 3 读取 DXF 文件流程

在 CAD 图纸中轴网是由直线、圆和文字构成。将 CAD 图形保存为 DXF 文件时这些图形以各点坐标、半径以及文字高构成。对于不同的实体,如圆

和直线需要对应编写不同的读取方法，储存各自不同的参数。可以在程序中通过循环，以实体名和图层名来判断数据类型。读取 DXF 文件的流程图见图 4。

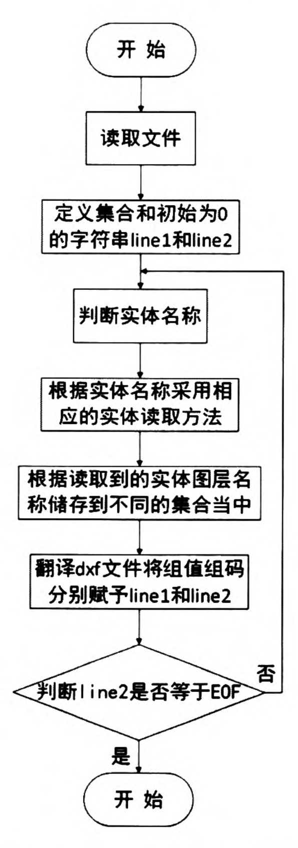


图 4 读取 DXF 文件完整流程

3 BIM 模型的轴网生成

3.1 轴网的生成

Revit 中轴网所对应的类是 Grid，继承于 Element。在 Revit 中轴网创建函数为 NewGrid。该方法有两个重载，分别对应于直线和曲线，代码如下：

Document. Create. NewGrid(Arc)

Document. Create. NewGrid(Line)

轴网的建立，可以通过分别创建曲线和直线，然后将其代入 NewGrid 方法当中作为参数，即可创建我们所需要的轴网。通过使用本方法，即可根据 DXF 文件当中读取到的数据，在 CAD 当中生成完全一致的轴网。创建直线和曲线的方法如下：

Line geomLine = Line. CreateBound(start, end)

Arc geomArc = Arc. Create(START, END, ZHONG)

3.2 轴网编号修改

在 Revit 中生成轴网时，必须解决解决轴网编号问题。Revit 创建轴网时，会对其自动命名。如：第一条轴网会被命名为 1 或者 A，其后的所有轴网会依次递增。这种自动命名是无法满足本文的要求的，无法与 CAD 图纸的编号进行对应。本文的实现方法为：找到与轴网延长线或切线相交的圆，读取圆内的文字并将其赋予轴网。在 Revit 当中可以通过 Grid. Name 属性来修改轴网名称。轴网的读取流程见图 5，创建轴网的完整流程如图 6 所示。

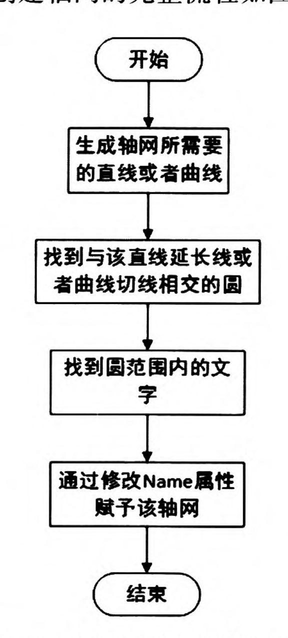


图 5 轴网编号的读取流程

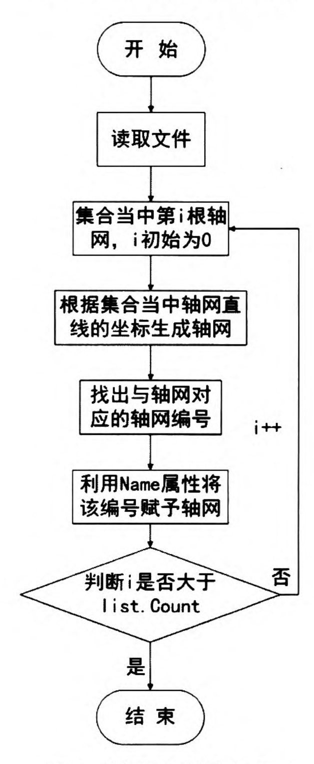


图 6 轴网生成流程图

4 研究实例

为了验证本文所述内容,采用某建筑的轴网实例将其导入 Revit 当中。轴网 CAD 如图 7,垂直轴网 6 根,水平轴网 4 根,曲线轴网一根。轴网颜色均为黑色,线型采用默认值。

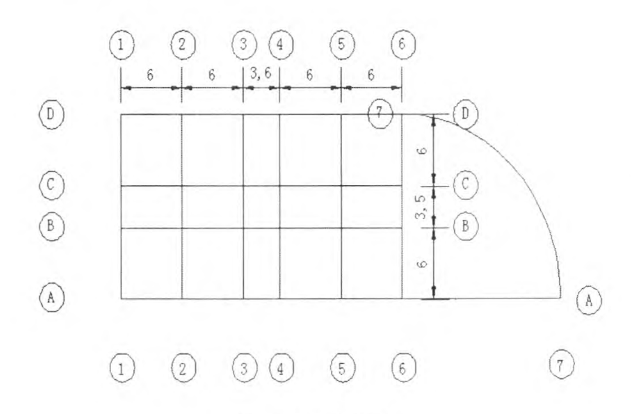


图 7 CAD 图纸

在 Revit 当中生成相应轴网,如图 7。生成方式采用的是外部命令方式,通过 AddinManager 导入到 Revit 当中。AddinManager 也属于 Autodesk 的官方插件,用来加载 Revit 的插件。采用 AddinManager 可以不用重启 Revit 就可以修改插件代码并且在此加载和运行。因为采用的是由直线端点坐标直接生成轴网,因此可以完全保证轴网的插入位置。

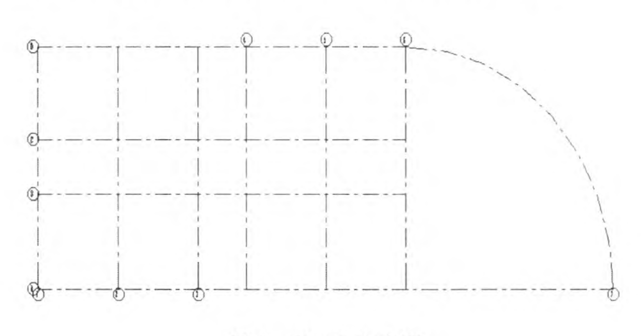


图 8 Revit 生成图

5 结论

本文通过 DXF 文件的读取与 Revit 二次开发技术,实现了 CAD 图纸的轴网与编号的识别。并可根据识别的 CAD 信息,在 Revit 中生成与 CAD 图纸一致的轴线与编号。本文简述了 DXF 的数据格式,以及从 DXF 文件中识别轴线的关键技术,详述了使用 Revit 的二次开发技术实现 Revit 中的轴网生成与编号的方法,解决了 BIM 模型中轴网与编号与 CAD 图纸的对应问题。结论如下:

(1)使用 Revit 的二次开发技术自动生成 BIM 模型的轴网是可行的;

(2)CAD 图纸与 BIM 模型的对接,可以通过 DXF 作为中间文件得以实现。

6 展望

本文所生成的轴网,其插入位置和编号完全与 CAD 当中的轴网保持一致,但是并未考虑线型和颜色问题,在后续的研究当中会进一步完善。轴网只是基础,在后续的研究当中将会加入柱和梁,进而完成整个框架结构的导入。

参考文献

[1] 何清华, 钱丽丽,段运峰,李永奎. BIM 在国内外应用的现状及障碍研究[J]. 工程管理学报, 2012(1): 12-16.

[2] 张建平, 李丁,林佳瑞,颜钢文. BIM 在工程施工中的应用[J]. 施工技术, 2012, 16:10-17.

[3] 何关培. BIM 和 BIM 相关软件[J]. 土木建筑工程信息技术, 2010, 2(4): 110-117.

[4] 贺灵童. BIM 在全球的应用现状[J]. 工程质量, 2013, 03:12-19.

[5] 克里斯·摩尔, 杰弗里·W·奥莱特, 王娜. 美国国家 BIM 标准第三版 推动建筑/工程/施工/业主/经营者领域的进步[J]. 土木建筑工程信息技术, 2014, 6(2): 20-23.

[6] 徐剑. Revit 系统软件二次开发研究[J]. 铁路技术创新, 2014, 05:39-41.

[7] 王建宇, 王昕妍. 二次开发实现从 AUTOCAD 到 REVIT 快速翻模技术研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(3): 111-115.

[8] 刘传亮, 陆建德. AutoCAD DXF 文件格式与二次开发图形软件编程[J]. 微机发展, 2004, 09:101-104.

[9] 姚宜斌, 孔建. 基于 DXF 文件的图件转换方法研究及程序实现[J]. 大地测量与地球动力学, 2011, 01: 117-122.

[10] 李芳珍, 许伦辉. DXF 文件格式及其外部接口的研究[J]. 兵工自动化, 2008, 07:83-85.

[11] 张成才, 孙喜梅, 朱陶业. AutoCAD 的 DXF 文件格式及其转换接口研究[J]. 微型电脑应用, 2001, 08: 54-55.

Research on Axis Generation in BIM based on CAD Drawings

Ma Cheng[1], Lu Xiaolong[2], Wang Dejiang[1]

(1. *Department of Civil Engineering*, *Shanghai University*, *Shanghai* 200072, *China*;
2. *State Network Shanghai Municipal Electric Power Company Economic and Technology Research Institute*, *Shanghai* 20000, *China*)

Abstract: This paper presents the recognition of the axis line and the numbers on axis by analyzing the data of DXF file exported from CAD drawing. After that, based on the CAD information, the program auto-generate the axis and number in BIM on the secondary development of Revit package. It reduces the time for building the BIM model from CAD drawings.

Key Words: BIM; CAD; Secondary Development

钢结构行业"十三五"规划及"2025"规划建议

在中国钢结构协会第七次会员代表大会上，中国钢结构协会会长岳清瑞提出了钢结构行业"十三五"规划建议及"钢结构2025"规划要点：用10年时间，完成从钢结构制造大国到钢结构制造强国的转变。

钢结构作为装备制造业和土木建筑业交叉的产业，在中国制造中占有一席之地。国务院《关于化解产能严重过剩矛盾的指导意见》明确，要落实"推广钢结构在建设领域的应用，在地震等自然灾害高发地区推广轻钢结构集成房屋等抗震型建筑；稳步扩大钢材、铝型材等市场需求"等任务。目前，与世界先进水平相比，我国钢结构制造业仍然大而不强，在自主创新能力、资源利用效率、产业结构水平、信息化程度、质量效益等方面还有差距，转型升级和跨越发展的任务紧迫而艰巨。

钢结构行业"十三五"整体发展规划目标是：2020年，全国钢结构用量比2014年翻一番，达到8 000万吨～1亿吨，占粗钢产量的比例超过10%；钢结构出口量比2014年翻两番，达到1 000万吨，占钢结构总量的10%以上；钢结构用钢材从目前的"Q345、Q235"为主，过渡到"Q345 Q390"为主；钢结构设计、施工、检测监测等关键技术总体上达到国际先进水平。

在钢结构行业"十三五"整体发展规划中，重点发展的领域涉及建筑钢结构、桥梁钢结构、能源钢结构、军工钢结构等。其中，建筑钢结构用钢量占全国建筑用钢量的比例从2014年的约10%增加到15%～20%，总量超过5 500万吨/年。其他领域钢结构用钢量也会大幅增加。

钢结构行业"十三五"期间应重点研发的关键技术，包括钢结构建筑用高性能材料的关键技术研究与应用、高性能钢结构和组合结构体系研究与示范应用、钢结构和组合结构建筑工业化关键技术与示范应用、钢结构住宅建筑产业化关键技术、钢结构绿色制造与信息化技术和钢结构建筑标准体系修订与完善等。在钢结构行业自身不断发展的同时，建议政府担当起培育市场的示范作用，如在乡镇、社区公共建筑中有限度地强制使用钢结构建筑，在城市棚户区改造和公租房建设中开展钢结构住宅试点，在中小跨度桥梁中推广应用钢结构或钢—混凝土组合结构，在军工设施和防灾减灾中采用快速装配式钢结构等。

"到2025年，我国钢结构制造业整体素质大幅提升，创新能力显著增强，全员劳动生产率明显提高，建筑工业化和信息化融合迈上新台阶，形成一批具有较强国际竞争力的跨国公司和产业集群，在全球钢结构产业分工和价值链中地位明显提升。"钢结构行业2025年的战略规划目标。

具体来说，在钢结构行业规模上，我国钢结构和钢—混凝土组合结构占比要与目前发达国家先进水平相当，达到20%～30%；在钢结构制造业效能上，我国钢结构制造关键工序数控化率要超过50%，全行业全员人均劳动生产率平均要超过100吨/年；在钢结构工程技术水平上，我国钢结构工程技术水平整体上要达到国际先进水平，钢结构技术标准与国际标准全面接轨，争取主导ISO钢结构骨干技术标准制定；在钢结构市场竞争力上，我国钢结构产品在全球钢结构市场上的份额要超过50%，形成10个以上具有国际竞争力和以钢结构工程为特色的国际工程总承包跨国集团公司，培育10个以上国家级钢结构产业集群园区。

钢结构行业在2025之前要完成五大战略任务：一是创新能力建设，建设钢结构制造业创新协同中心（基地），围绕钢结构行业转型升级和新一代信息技术、智能制造等领域创新发展的重大共性需求，形成10家左右钢结构制造业创新协同中心（基地），设立行业技术发展基金，重点开展行业基础和共性关键技术研发、成果产业化、人才培训等工作；二是两化深度融合，开展钢结构制造智能工厂/数字化车间示范工程的建设；三是质量品牌建设，要提高钢结构企业核心竞争力；四是产业结构调整，促进大、中、小企业协调发展，优化发展布局；五是国际化发展，要深化产业国际合作，加快企业走出去步伐。

钢结构行业"2025"需要重点突破的领域和任务，包括数控机床与钢材下料配送中心，焊接机器人与智能生产线，防腐防火一体化与涂装自动生产线，BIM（建筑信息模型）与仿真模拟技术应用，模块化设计与模块化制造技术，高性能结构材料和连接材料技术，与国际标准的接轨与融合，"互联网"与金融平台应用，大数据、云平台应用技术和远程控制在钢结构工程中的应用技术等。

对于大型企业集团，要打造航空母舰式的国际化公司。一是要紧跟国家战略，不能掉队；二是与国内综合总承包商对接，"借船出海"；三是与国际顶级承包商对接，进行国际认证和接轨；四是信息化与工业化深度融合，提高创新驱动能力；五是整合互联网、金融、人才和技术各项资源，进行商业模式的创新。

对于中大型企业，要做专做强做优，做护卫舰式的企业。一是要明确产品方向，做成地域性精品；二是寻找合适的大型企业进行战略合作，做专项的分包，为总承包企业或大型企业开展专项服务，并杜绝盲目做大和盲目闯海外市场。